

УДК 621.311.4-742

*О. В. ГУНДЕРТАЙЛО, О. А. ДАНИЛОВА, Л. І. ЛИСЕНКО***РЕКОНСТРУКЦІЯ ПІДСТАНЦІЇ «ЮВІЛЕЙНА» З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ ЛИСИЧАНСЬКОГО ЕНЕРГОВУЗЛА**

У статті розглянуто проблему забезпечення надійності електропостачання споживачів північної частини Луганської області, в тому числі її Лисичанського енергетичного вузла. Проаналізовано роботу Луганської ТЕС, що працює сьогодні за схемою «острову» із зниженою генерацією та забезпечує електропостачання лише прилеглих споживачів з низькою надійністю з-за пошкоджень ліній видачі потужності внаслідок бойових дій та неможливості відновлення паралельної роботи з системою України. Обґрунтовано необхідність будівництва нової ПС 500/220/35 кВ «Кремінська», яка надасть можливість відновити надійне енергопостачання споживачів цього регіону, а також вилучити його з режиму «енергетичного острова», дозволить синхронізувати область з Об'єднаною енергетичною системою України. Надано варіанти реконструкції відкритого розподільного устаткування ПС 220 кВ «Ювілейна» у зв'язку з підключенням двох нових повітряних ліній.

Ключові слова: будівництво нової підстанції, реконструкція відкритого розподільного устаткування, ПС «Кремінська», енергетичний острів, Луганська ТЕС, надійність електропостачання

*А. В. ГУНДЕРТАЙЛО, Е. А. ДАНИЛОВА, Л. И. ЛЫСЕНКО***РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОДСТАНЦИИ «ЮБИЛЕЙНАЯ» С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЛИСИЧАНСКОГО ЭНЕРГОУЗЛА**

В статье рассмотрена проблема с обеспечения надежности электроснабжения потребителей северной части Луганской области, в том числе Лисичанского энергетического узла. Проанализировано работу Луганской ТЭС, которая работает сегодня в режиме «энергетического острова» со сниженной генерацией и обеспечивает только часть потребителей из-за повреждений линий электропередач вследствие боевых действий и невозможности восстановления параллельной работы с системой Украины. Обоснована необходимость строительства новой ПС 500/220/35 кВ «Кременская», которая даст возможность восстановить надежное электроснабжение потребителей и вывести регион из островного режима, синхронизовал его с Объединенной энергетической системой Украины. Представлены варианты реконструкции открытого распределительного устройства ПС 220 кВ «Юбилейная», необходимой в связи с подключением двух новых линий.

Ключевые слова: строительство новой подстанции, реконструкция открытого распределительного устройства, ПС «Кременская», энергетический остров, Луганская ТЭС, надежность электроснабжения

*О. V. HUNDERTAILO, O. A. DANYLOVA, L. I. LYSENKO***“YUVILEINA” SUBSTATION RECONSTRUCTION AIMING AT POWER SUPPLY RELIABILITY INCREASE FOR LISICHANSK ENERGY ISLAND CONSUMERS**

The article considers a power supply reliability problem to consumers in the northern part of Lugansk region including the Lisichansk energy hub. Lugansk thermal power plant operation is analyzed, the plant currently operating in an “energy island” mode with reduced generation and only providing power to part of consumers because of damage of power lines and inability to restore parallel operation with the Ukrainian system. The necessity of building a new substation 500/220/35 kV “Kremenskaya” is substantiated, which will make it possible to restore reliable power supply of consumers and remove the region from the island mode by synchronizing it with the United Power System of Ukraine. Variants for 220 kV “Yuvileina” substation outdoor switchgear reconstruction required due to connecting two new lines are presented.

Keywords: new power substation building, open switchgear reconstruction, “Kremenskaya” substation, energy island, Lugansk thermal power plant, power supply reliability

Вступ. На території південної частини Луганської області розпочато будівництво нової ПС 500/220 кВ «Кремінська» у відповідності із дорученням віце-прем'єр-міністра України – міністра регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України Зубка Г.Г. за результатами наради з вирішення актуальних питань Луганської області, що відбулася 30.10.15 р. [1].

Необхідність будівництва цієї підстанції обумовлена тим, що внаслідок бойових дій на території Донбаського регіону України сталися чисельні пошкодження магістральних та розподільчих електричних мереж, генеруючих джерел. Це призвело до суттєвого зниження надійності електропостачання споживачів північної частини Луганської області, в тому числі її Лисичанського енерговузла, де

розташовано: багато-чисельні комунально – побутові споживачі; бюджетно-формуючі потужні промислові підприємства; електротранспорт та ін.

Схема електропостачання споживачів півночі Луганської області сформована на напрузі 220 кВ та орієнтована на отримання електроенергії від шин 110 кВ ПС «Лисичанська» та ПС «Ювілейна». Обладнання та будівельні конструкції обох підстанцій характеризується високим ступенем зносу.

На ПС «Ювілейна» встановлено два АТ 220/110 кВ потужністю по 250 МВА. Між ПС 220 кВ «Лисичанська» та ПС 220 кВ «Ювілейна» збудовано мережу 110 кВ, до якої безпосередньо підключені підстанції потужних споживачів та генеруючі джерела, в тому числі Северодонецька ТЕЦ – 1 та ТЕЦ – 2, Рубежанський ХК та Рубежанські ТЕЦ – 1, ТЕЦ – 2, ЗАТ «Лінік» з власною ТЕЦ, підприємство «Азот» та ін.

© О.А. Данилова, О. В. Гундерттайло, Л.І.Лисенко 2019

Основними джерелами електроенергії розглядаемого регіону є:

- Луганська ТЕС (рис.1);
- ПС 330/220 кВ «Михайлівка», в дійсний час на території, що не підконтрольна Україні (рис.2).

Регіон також отримувач електроенергії від Вуглегірської ТЕС, ПС 500/220 кВ «Новодонбаська» та ПС 330/220 кВ «Чайкино» [2].

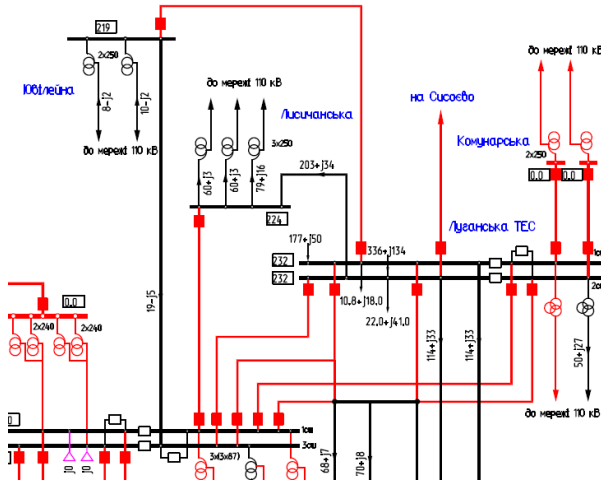


Рисунок 1 – Видача потужності ЛуТЭС

Незважаючи на надійність збудованої схеми магістральних та розподільчих мереж північного регіону Луганської області, проблеми з забезпеченням електроенергією споживачів регіону виникали за умови зниженої режимної генерації ЛуТЭС, а також при пошкодженнях шин 220 кВ ПС 330/220 кВ «Михайлівка», що призводило до знеструмлення споживачів прилеглого району.

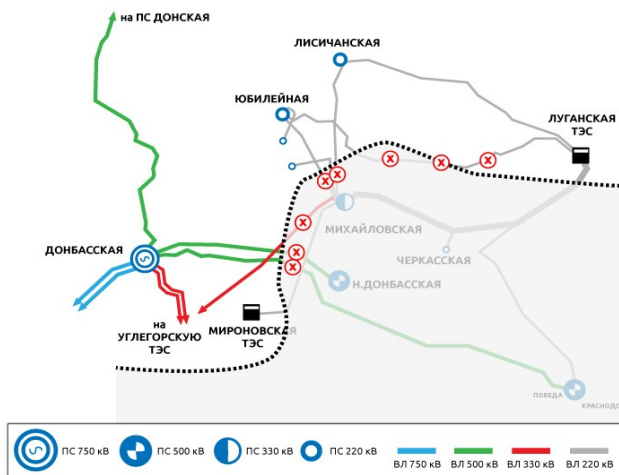


Рисунок 2 – Лінія розмежування

Аналіз потокорозподілу в зимовий період 2015р. в мережах Луганського енергівузла показує, що видача потужності Луганської ТЕС з режимною генерацією 513 МВт (3 енергоблоки по 200 МВт) здійснювалася по:

- ПЛ 220 кВ на ПС «Лисичанська» з завантаженням лінії потоком потужності 203 МВт;
- двом ланцюгам на «тупикову» ПС 220 кВ «Кірова» (2х114 МВт);
- трансформаторному зв'язку 220/110 кВ потужністю 2х(3х46,6) МВА в обсязі 50 МВт.

Електропостачання споживачів Лисичанського енергівузла, навантаження яких в режимі зимового максимуму становило близько 200 МВт, забезпечувалось від ПС «Лисичанська» через автотрансформаторні зв'язки 220/110 кВ (3х250 МВА) з їх завантаженням 2х60 МВт та 1х79 МВт. Схема електропостачання характеризується низькою надійністю з-за наявності єдиного зв'язку 220 кВ ПС «Лисичанська» з Луганською ТЕС.

Споживачі ПС 220 кВ «Ювілейна» отримують живлення по мережі 110 кВ. Від шин 220 кВ цієї підстанції здійснюється передача потужності на шини 220 кВ ПС 330/110 кВ «Михайлівка» в обсязі 19 МВт.

Слід зазначити, що в 2015р. балансова ситуація в регіоні ПС 750/500/330 кВ «Донбаська» характеризувалася надлишком потужності в обсязі 555 МВт, який передається в мережу суміжного енергорегіону Росії по ПЛ 500 кВ «Донбаська – Донська».

Ситуація, яка склалася в електричній мережі Луганського енергівузла, обумовлює роботу Луганської ТЕС в режимі «острову» – без зв'язків з мережею основної частини ОЕС України. Зазначена схема мережі не забезпечує надійність видачі потужності станції і, відповідно, суттєво погіршує ступень надійності електропостачання споживачів.

На сьогодні Луганська ТЕС працює за схемою «острову» із зниженою генерацією (не більше 3-х енергоблоків, а в окремих режимах навіть з «нульовою» генерацією) та забезпечує електропостачання лише прилеглих споживачів з низькою надійністю з-за пошкоджень ліній видачі потужності та неможливості відновлення паралельної роботи з ОЕС України.

Для забезпечення електроенергією комунально – побутових споживачів та промислових об'єктів, розташованих на контролюємій Україною території, необхідно, крім відновлення роботи Луганської ТЕС в складі ОЕС України, збудувати нове джерело живлення. В якості такого джерела будеться підстанція 500/220 кВ «Кремінська». Розташування ПС «Кремінська» на території Луганської області поблизу траси існуючої ПЛ 500 кВ «Донська – Донбаська». Для приєднання підстанції до мережі 220 кВ на підставі техніко – економічного порівняння варіантів йде будівництво дволанцюгової ПЛ 220 кВ «Кремінська – Ювілейна» (рис. 3). Це потребує реконструкції ПС «Ювілейна».

Метою роботи є підвищення надійності забезпечення електроенергією побутових споживачів та промислових об'єктів Донбаського регіону загалом та півночі Луганської області і Лисичанського енергівузла зокрема. Це повинно надати змогу синхронізувати систему електропостачання півночі

Донбасу, яка нині працює в режимі «енергоострову», з ОЕС України.

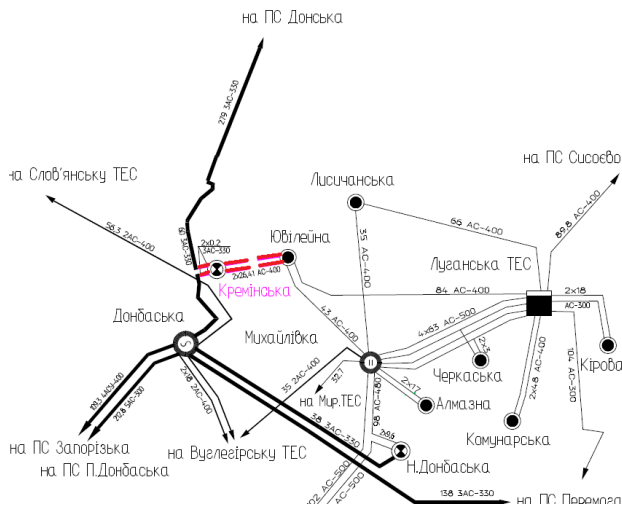


Рисунок 3 – Дволанцюгова ПЛ 220 кВ «Кремінська – Ювілейна»

Виклад основного матеріалу. Для досягнення мети необхідно виконати реконструкцію ПС «Ювілейна». Існуючий розподільчий пристрій 220 кВ ПС «Ювілейна» виконано за схемою "чотирикутник" з приєднанням двох ПЛ 220 кВ (на Луганську ТЕС та на ПС Михайлівка). Для приєднання двох нових ПЛ 220 кВ - на ПС 500 кВ "Кремінська" потребується реконструкція РУ. Схема електричних з'єднань, яка буде застосована, залежить від типу РУ:

- при будівництві РУ в відкритому вигляді передбачається виконання електричних з'єднань 220 кВ підстанції за схемою «дві робочі системи шин з обхідною»;

- при спорудженні КРУЕ 220 кВ електричні з'єднання запропоновано виконати за схемою "дві робочі системи шин".

В варіанті відкритого виконання РУ 220 кВ ПС «Ювілейна» для приєднання ПЛ 220 кВ Кремінська – Ювілейна з боку ПС «Ювілейна» потрібна реконструкція ВРП 220 кВ цієї підстанції з переходом від схеми «чотирикутник» до типової схеми 220 кВ при 4-х лінійних приєднаннях - «дві системи шин з обхідною».

З метою скорочення капітальних вкладень запропоновано:

- збереження в експлуатації існуючих вимикачів (4-ри одиниці);

- встановлення двох нових вимикачів для приєднання двох ланцюгів ПЛ 220 кВ Кремінська – Ювілейна (з введенням першочергове одного вимикача для приєднання одного з двох ланцюгів ПЛ 220 кВ від ПС «Кремінська», в другу чергу – ще одного вимикача), що враховане при розрахунку укрупнених капіталовкладень (табл.1);

- встановлення нових обхідного та шиноз'єднувального вимикачів.

У відповідності із методикою "Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику" при виконанні економічних розрахунків не

врахована вартість обладнання та споруд однакових в обох варіантах, за виключення обладнання розподільчих пристроїв [3].

Таблиця 1 - Зведені характеристики варіантів реконструкції РУ

Одиниці виміру	Вартісні показники по варіантах	
	Варіант 1 ВРУ 220 кВ	Варіант 2 КРУЕ 220 кВ
Тис. грн	452611	751294
Те ж, в %	100	166

У відповідності із даними табл.1 капіталовкладення в реконструкцію ПС "Ювілейна" за варіантом 1 на 166 % нижче, ніж за варіантом 2.

Розміщення обладнання та споруд на підстанції для варіанта реконструкції із застосуванням ВРУ забезпечується в межах існуючої площадки (без розширення її території). Недоліком цього варіанту є невиконання вимоги забезпечення можливості його розширення в перспективі не менше ніж на 4-ри лініями. Однак проробка перспективи розвитку електричних мереж півночі Луганської області показала, що додаткових зв'язків 220 кВ ПС Ювілейна з суміжними об'єктами не визначена [4].

Враховуючи схему розподільчої установки 220 кВ ПС «Ювілейна», її компоновку та незадовільний стан конструкцій порталів можливо зробити висновок, що кількість переключень елементів ВРУ по варіанту спорудження ВРУ 220 кВ буде більшою в порівнянні з варіантом будівництва на підстанції КРУЕ 220 кВ. При цьому загальна тривалість відключень ПЛ 220 кВ по обох варіантах буде практично однаковою. Недоліком варіанту з будівництвом ВРУ 220 кВ, незважаючи на достатні згідно норм відстані між конструкціями і обладнанням, що демонтуються і монтуються, до елементів діючого ВРУ, яке знаходиться під напругою, є ускладнення роботи вантажопідіймної техніки.

Перевагою варіанту реконструкції з ВРУ 220 кВ є те, що все обладнання незалежне один від одного може бути замінено на обладнання іншого виробника.

Виходячи з того, що технічні характеристики реалізації обох варіантів практично однакові, варіант реконструкції РУ 220 кВ визначається обсягами капіталовкладень в їх реалізацію - тому рекомендується реконструкція розподільчого пристрою 220 кВ ПС «Ювілейна» з застосуванням ВРУ, затрати на реалізацію якого менші, ніж при будівництві КРУЕ 220 кВ.

ВРУ 220 кВ буде зроблено за схемою «Дві робочі та обхідна системи шин». Компонування ланок передбачає приєднання:

- існуючих автотрансформаторів АТ-1, АТ-2 типу АТДЦТН-250000/220/110/10 кВ;
- існуючих заходів ліній;
- приєднання двох нових ліній 220 кВ на ПС «Кремінська».

Для встановлення на напрузі 220 кВ буде використано сучасне електрообладнання:

- вимикачі з елегазовою ізоляцією;

– елегазові трансформатори струму та напруги;
– роз'єднувачі з електродвигунними приводами для головних і заземлюючих ножів для забезпечення можливості централізованого дистанційного управління з ГЩУ підстанції, а також місцевого керування з ВРУ;

– обмежувачі перенапруги в комплекті з системою моніторингу їх стану.

Системи шин на ВРУ 220 кВ буде виконано двома сталесалюмінієвими проводами марки АС- 400/64 в фазі.

В даному варіанті виконання РУ 220 кВ ПС «Ювілейна» для приєднання ПЛ 220 кВ Кременська – Ювілейна з боку ПС «Ювілейна» з метою скорочення капітальних вкладень в будівництво можливо виконати:

– збереження в експлуатації існуючих вимикачів;
– встановлення двох нових вимикачів для двох ланцюгів ПЛ 220 кВ

– встановлення нових обхідного та шиноз'єднувального вимикачів.

Висновки. Обґрунтовано необхідність будівництва нової підстанції 500/220/35 кВ «Кременська» на Луганщині з заходами повітряної лінії 500 кВ Донбаська-Донська та повітряної лінії 220 кВ Кременська-Ювілейна. Це надасть можливість відновити надійне енергопостачання споживачів північної частини Луганської області, а також вилучити область з режиму «енергетичного острова», дозволить синхронізувати область з Об'єднаною Енергосистемою України.

Проаналізовано варіанти реконструкції розподільчого устаткування 220 кВ ПС «Ювілейна». Виходячи з того, що технічні характеристики реалізації обох варіантів практично однакові, варіант реконструкції розподільчого устаткування 220 кВ визначається обсягами капіталовкладень в їх реалізацію, тому рекомендується реконструкція розподільчого устаткування 220 кВ ПС «Ювілейна» з застосуванням відкритого розподільчого устаткування,

затрати на реалізацію якого менші, ніж при будівництві КРУЕ 220 кВ. Відкрите розподільче устаткування 220 кВ буде зроблено за схемою «Дві робочі та обхідна системи шин».

Список літератури

1. СОУ МЕР ЕЕ 40.1-00100227-01:2016 Стандарт операційної безпеки функціонування Об'єднаної енергетичної системи України. Побудова та експлуатація електричних мереж. Технічна політика. Частина 1. Технічна політика у сфері побудови та експлуатації магістральних і міждержавних електричних мереж.
2. Данилова О. А., Носаченко Н. М. Сучасна підстанція 500/220 КВ без постійної присутності персоналу// Електромеханічні та енергетичні системи. Методи моделювання та оптимізації. Збірник наукових праць XVII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук 11-12 квітня 2019 р. Кременчук, КрНУ, 2019. с.99-102
3. ГКД 340.000.002-97 Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Енергосистеми і електричні мережі // Інститут "Укренергомережпроект", 1997
4. Плану розвитку Об'єднаної енергетичної системи України на 2017-2026 роки // НЕК Укренерго, 2017

References (transliterated)

1. SOU MEV EE 40.1-00100227-01:2016 Standart operacijnoyi bezpeki funkcionuvannya Ob'yednanoi energetichnoyi sistemi Ukraini. Pobudova ta ekspluataciya elektrichnih merezh. Tehnichna politika. Chastina 1. Tehnichna politika u sferi pobudovi ta ekspluatsiyi magistralnih i mizhderzhavnih elektrichnih merezh [OSU EEE 40.1-00100227-01: 2016 Operational Safety Standard of the United Energy System of Ukraine. Construction and operation of electrical networks. Technical policy. Part 1. Technical policy in the field of construction and operation of backbone and interstate electric networks].
2. Danylova O.A., Nosachenko N.M. Suchasna pidstanciya 500/220 KV bez postijnoyi prisutnosti personalu [Modern unmanned substation of 500/220 kV] // Electromechanical and Energy Systems. Modeling and Optimization Methods. Conference proceedings of the 17 th International conference of students and young researchers in Kremenchuk on April 11–12, 2019. Kremenchuk, KrNU, 2019. p.99-102
3. GKD 340.000.002-97 Vznachennya ekonomichnoyi efektnosti kapitalnih vkladov v energetiku. Metodika. Energosistemi i elektrichni merezhi [MGD 340.000.002-97 Determination of economic efficiency of capital investments in energy. Method. Power Systems and Electric Networks] // Ukrenergomerezhproekt Institute, 1997
4. Planu rozvitku Ob'yednanoi energetichnoyi sistemi Ukrayini na 2017-2026 roki Development [Plan of the United Energy System of Ukraine for 2017-2026] // NEC Ukrenergo, 2017

Надійшла (received) 19.12.2019

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Гундєртайло Олександр Васильович (Гундєртайло Александр Васильевич, Hundertailo Oleksandr) – студент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра Електричних станцій; м. Харків, Україна; e-mail: gundertailor@gmail.com

Данилова Олена Анатоліївна (Данилова Елена Анатольевна, Danylova Olena) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри Електричних станцій; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0353-9848> ; e-mail: danipova.l@gmail.com

Лисенко Людмила Іванівна (Лысенко Людмила Ивановна, Lysenko Ludmila) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри Електричних станцій; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1566-493X> ; e-mail: ludminalysenko@gmail.com